

VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y TAXONOMIA DEL GENERO *FAGONIA* L. (ZYGOPHYLLACEAE) EN CHILE

MORPHOLOGICAL VARIABILITY AND TAXONOMY OF THE GENUS *FAGONIA* L. (ZYGOPHYLLACEAE) IN CHILE

Alicia Marticorena G.*

RESUMEN

Dentro del género *Fagonia* L. (Zygophyllaceae) en Chile se puede apreciar una gran variabilidad morfológica, la que se expresa en el grado de pubescencia de los tallos, pubescencia del gineceo, la longitud de las hojas, la longitud de las estípulas, el tamaño de las partes florales y del fruto. Como una forma de estudiar la presencia de posibles grupos morfológicos, que a su vez permitieran delimitar especies, se realizó un análisis de agrupamiento y de componentes principales utilizando caracteres cuantitativos y cualitativos, incluyendo además un estudio sobre la pubescencia y el polen. De los análisis descritos se desprende que la variabilidad de los caracteres es alta y no permite delimitar especies o variedades, por lo tanto se propone sinonimizar *F. chilensis* Hook. et Arn. var. *aspera* (Gay) I.M. Johnston y *F. subaphylla* Phil. a *F. chilensis* Hook. et Arn.

PALABRAS CLAVES: *Fagonia*, variabilidad morfológica, taxonomía, flora de Chile.

ABSTRACT

The genus *Fagonia* L. (Zygophyllaceae) from Chile exhibits great morphological variability. The more variable characters are the degree of pubescence of stems and of the gynoeceum, length of leaves, length of stipules and size of flowers and fruits. Differences in type of pubescence and pollen grains were also observed. Cluster and principal components analyses were done in an attempt to identify possible morphological groups which could serve to delimit species. The classification and ordination analyses revealed that the character variability was too ample to permit delimitation of species or varieties. Therefore, it is proposed here to designate *F. chilensis* var. *aspera* (Gay) I.M. Johnston and *F. subaphylla* Phil. as synonyms of *F. chilensis* Hook. et Arn.

KEYWORDS: *Fagonia*, morphological variability, taxonomy, flora of Chile.

INTRODUCCION

El género *Fagonia* L. (Zygophyllaceae) comprende aproximadamente 30 especies de amplia distribución en zonas mediterráneas de África, California y sur de Perú y norte de Chile (Lemée 1931, Hutchinson 1967). En Chile último, se distribuye desde Arica (I Región) hasta La Serena (IV Región), ocupando áreas desde cercanas al mar hasta grandes altitudes, como en el Salar de Maricunga donde crece a unos 4000 m

(Fig. 1). Se caracteriza por presentar hojas opuestas, trifolioladas y mucronadas, acompañadas por estípulas agudas. Sus flores poseen colores que van desde el rosado al púrpura, encontrándose también amarillas; el cáliz y la corola están compuestos de 5 partes; los estambres son libres, regularmente 10 y el ovario es súpero formado por 5 carpelos unidos; el fruto es una cápsula de 5 partes (Fig. 2).

En 1833, Hooker y Arnott describen *Fagonia chilensis* de una muestra colectada por Cuming en Copiapó. Gay (1846) menciona dos especies para Chile, *Fagonia chilensis* Hook. et Arn. y *Fagonia aspera* Gay, estableciendo que la última se distingue de la primera por presentar una asperidad que cubre enteramente las hojas, los ramos y los frutos. Otra especie, *Fagonia su-*

*Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

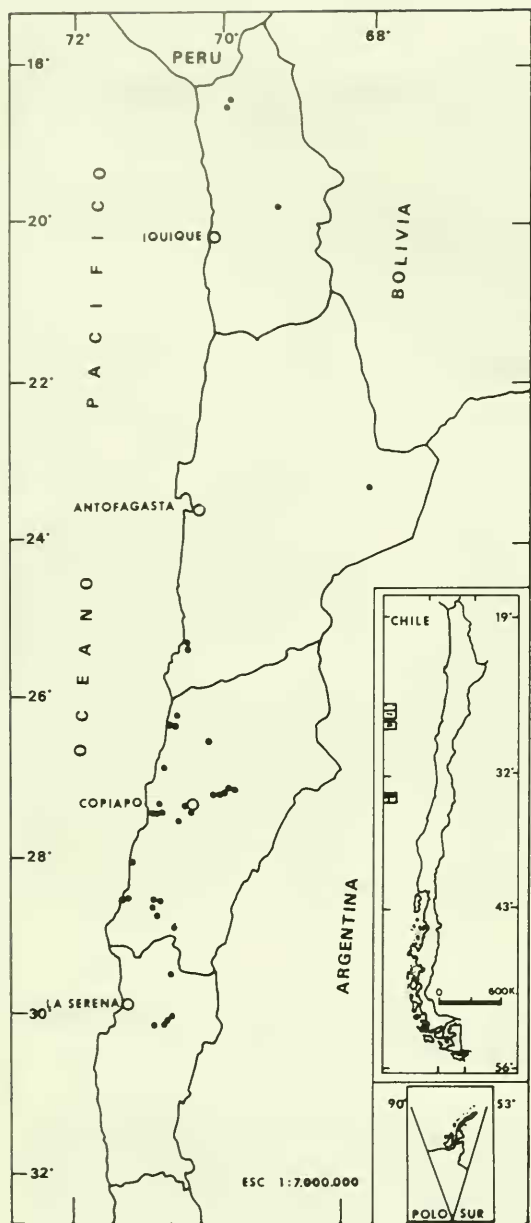


FIG. 1. Mapa de distribución de *Fagonia chilensis*.

baphylla fue descrita por Philippi en 1891, de un material colectado en río Vilama (Tarapacá), basándose en las numerosas ramificaciones y en la casi ausencia de hojas. Johnston (1924), en una expedición a la zona del Golfo de California, reconoce que alrededor de 12 especies de *Fagonia* no son tal es sino formas intergradadas dentro de una única especie variable, *Fagonia chilensis*. Debido a esto combina *F. chilensis* var. *aspera*

que correspondía a la especie de Gay, quedando entonces para Chile dos especies, una con dos variedades.

La taxonomía del género está basada en los caracteres que entregan las hojas (número, forma y color de los folíolos, largo de los pecíolos), las estípulas, pubescencia de los tallos y gineceo o fruto, tamaño de las flores y frutos (Porter 1963, El Hadidi 1966a). Este último autor discute los caracteres que él y otros autores han utilizado en la taxonomía del género, incluyendo además de los antes mencionados, la anatomía de los tallos (teretes o cuadrangulares) y las características de los granos de polen (El Hadidi 1966b). Los caracteres que se han utilizado para la separación de los taxa del género *Fagonia* en Chile son la pubescencia de los tallos, el tamaño de las hojas y de las estípulas (Philippi 1891, Reiche 1896).

El objetivo del presente trabajo es analizar la variabilidad de los caracteres que se han utilizado tradicionalmente para separar a los taxa de Chile, determinando si la variación de los caracteres permite definir más de una especie o si sólo corresponden a variación intraespecífica. Por último, se compara la variación de estos caracteres con la información obtenida con los granos de polen.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este estudio se utilizó material de los herbarios de la Universidad de Concepción (CONC) y del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago (SGO). Se contó además con una lista de las plantas y sus localidades, obtenidas de la base de datos del herbario CONC y de las etiquetas de las muestras del herbario del SGO. Como una forma de no influenciarse con el problema taxonómico del género, se utilizó la técnica numérica del análisis de agrupamiento. Para este procedimiento se elaboró una matriz básica de datos (MBD) utilizando como unidades taxonómicas operacionales (OTU) a las carpetas de herbario. Se trabajó con 38 carpetas, las cuales debían tener flores y frutos. Los datos consistieron en 15 caracteres que se utilizan en la separación de los taxa, de los cuales doce son cuantitativos y tres cualitativos. Los caracteres analizados fueron:

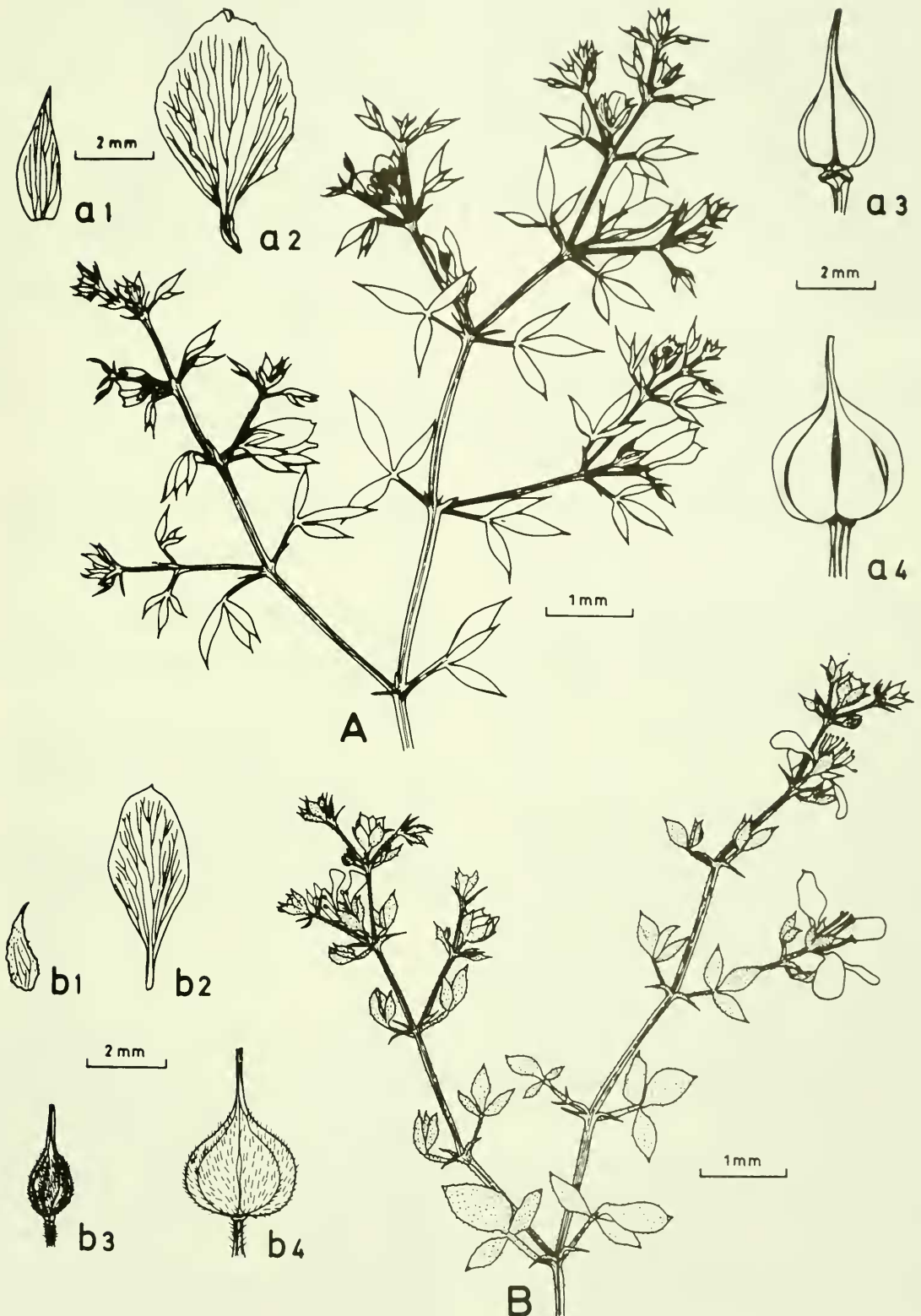


FIG. 2. *Fagonia chilensis*: A, planta glabra (de Muñoz y Johnson 2854), a1 sépalo, a2 pétalo, a3 gineceo, a4 fruto; B, planta pubescente (de Muñoz, Meza y Barrera 1138), b1 sépalo, b2 pétalo, b3 gineceo, b4 fruto.

CUANTITATIVOS

Largo máx. de las hojas
 Largo mín. de las hojas
 Largo máx. de las estípulas
 Largo mín. de las estípulas
 Largo de los sépalos R
 Ancho de los sépalos B
 Largo de los pétalos B
 Ancho de los pétalos
 Largo de los estambres
 Largo del gineceo
 Largo del fruto
 Ancho del fruto

CUALITATIVOS

Pubescencia del gineceo
 PG: ausencia (0), presencia (1).
 Pubescencia de la planta
 PP: ausencia (0), presencia (1).
 Tipo de tricoma: linear (0), ambos (1), esférico (2).

Los caracteres largo de las hojas y largo de las estípulas se dividieron en máximo y mínimo debido a que las diferencias de ellos entre la parte superior e inferior de la planta es considerable; de esta manera se obtiene una mejor visión de la variación que éstos presentan.

Para el análisis de pubescencia, tanto para su descripción como para su uso en el agrupamiento, se usaron 38 carpetas y se tomaron muestras de hojas desde el ápice, el medio y la base, de plantas glabras, glabrescentes y pubescentes. Las hojas se colocaron en agua caliente para hidratarlas y luego fueron cortadas a mano alzada. Posteriormente los cortes fueron montados en glicerina:agua (1:1), observadas y dibujadas al microscopio óptico.

Los datos fueron estandarizados; para cada atributo se restó la media y se dividió por la desviación estándar, logrando una contribución equitativa en el análisis de agrupamiento (Romesburg 1984). Para la construcción de la matriz de similitud, se aplicó el coeficiente Distancia Taxonómica (DIST). El método de agrupamiento utilizado fue UPGMA (ligamiento promedio no ponderado). Para el análisis de componentes principales se utilizó la misma MBD estandarizada de acuerdo al procedimiento antes descrito. Los mencionados análisis multivariados se realizaron utilizando el software NTSYS-pc versión 1.6 (Rohlf *et al.* 1971).

Para el estudio palinológico se tomaron muestras de polen desde las carpetas de herbario que presentaron material fértil (9 especímenes), tanto de plantas glabras como pubescentes, se montaron en portamuestras y se bañaron en oro para ser observadas y fotomicrografiadas con película ASA 100.

Se compararon plantas colectadas en el mis-

mo lugar y mismo año (I) y plantas colectadas en el mismo lugar, pero en distinto año (II), para observar si existía alguna similitud entre ellas considerando que estuvieran bajo condiciones similares. Los lugares son:

(I)

Arica: camino Poconchile a Zapahuira, año 1972, 2 carpetas, 1900 y 2300 m de altitud.

Copiapó: Travesía, año 1965, 2 carpetas, 520 m de altitud.

Elqui: Paihuano, año 1948, 2 carpetas, 980 y 1000 m de altitud.

(II)

Copiapó: Camino Tinogasta, Puquios, 3 carpetas, 800, 1090 y 1100 m de altitud.

Huasco: Carrizal Bajo, 2 carpetas, 25 m de altitud.

Huasco: Entre Vallenar y Copiapó, 4 carpetas, 525 y 550 m de altitud.

Elqui: Paihuano, 2 carpetas, 800 y 1000 m de altitud.

Copiapó: Travesía, 5 carpetas, 520 y 600 m de altitud.

Huasco: 30 km al S de Vallenar, 2 carpetas, 900 m de altitud.

Se analizó la variación de los datos morfológicos en función de la distribución latitudinal y altitudinal de los ejemplares.

Se incluyen además algunos datos de precipitación que fueron obtenidos del Departamento de Geofísica de la Universidad de Concepción; para varias localidades estos datos no existen.

RESULTADOS

MORFOMETRIA: Del análisis de la pubescencia se obtuvo dos tipos básicos de tricomas compuestos, lineares y esféricos, los cuales presentaron variabilidad morfológica. Los tricomas se componen de dos partes, la base y el ápice. La base corresponde a un levantamiento superficial de células, de forma cónica, de siete o menos células que no exceden los 50 µm de alto, formando un anillo (Fig. 3a, d, e, f), o de forma tubular, alargada, con células variables tanto en número, forma y disposición (Fig. 3b, c). El ápice puede ser linear o esférico, formado por una célula; el primer tipo varía desde corto a muy largo, y puede

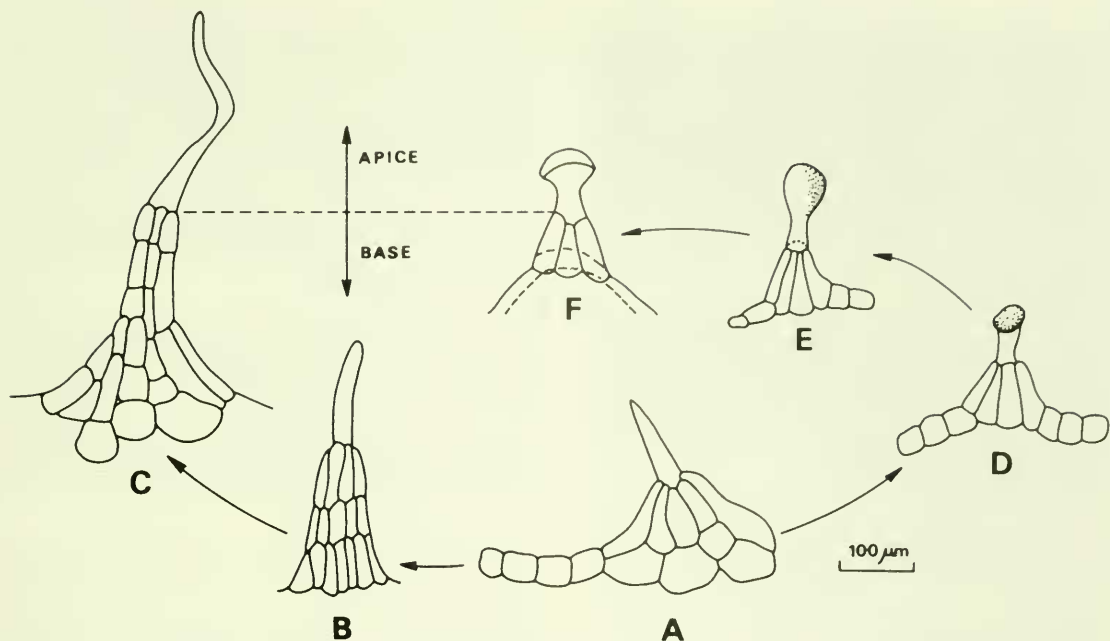


FIG. 3. Tipos de tricomas y su posible derivación y desarrollo. A, pelo inicial. B y C, pelos lineares. D, E, F, pelos esféricos.

estar inserto en bases grandes o pequeñas. El ápice esférico, en tanto, se encuentra generalmente sobre bases pequeñas, de forma cónica. Los tricomas esféricos en muestras secas se colapsan, tomando un aspecto capitado.

En general, en todos los ejemplares se observó un solo tipo de tricoma, linear o esférico; sin embargo, en un pequeño porcentaje se encontraron ambos tipos. Además, se pudo observar que algunos tricomas linear-cortos presentaban un leve ensanchamiento, dando el aspecto de una posterior formación de un tricoma esférico.

El tricoma linear-corto podría originar tanto al tricoma linear-largo como al esférico, por un posterior alargamiento o ensanchamiento apical respectivamente. Por esta razón, cuando se observó el tricoma linear-corto, se consideró para la MBD como presencia de ambos tipos de tricoma (linear-largo y esférico).

Se observaron plantas completamente pubescentes, plantas completamente glabras, o glabras con sólo el gineceo o fruto poco a muy pubescente; nunca se presentó la condición de tener el gineceo o fruto glabro y los tallos pubescentes. En algunas plantas glabras con gineceo pubescente, fue posible observar la presencia de escasas bases de tricomas, uno o dos por hoja.

Es importante destacar que en algunas plantas la parte superior es muy pilosa, y hacia la base se registra una disminución de la pilosidad hasta alcanzar la condición glabra. A través del análisis de agrupamiento, en conjunto con el de componentes principales, se pudo observar la formación de cuatro grupos, no claramente delimitados, los que están determinados por el tamaño de las piezas florales y de los frutos, el tamaño de las estípulas, y la pubescencia (Fig. 4, 5). Los grupos A, C y D corresponden a plantas pubescentes y el grupo B a plantas glabras; entre A y C la diferencia está dada por los tamaños de las piezas florales y los frutos, los que en conjunto son menores para A respecto de C. Las plantas glabras forman un grupo debido al carácter pubescencia y a que el tamaño de las piezas florales y del fruto son similares entre los ejemplares del grupo. Por otro lado, este grupo se ubica entre A y C, debido a que los caracteres cuantitativos corresponden a valores intermedios (Fig. 4). Los datos de los parámetros cualitativos (Tabla I) se presentan de acuerdo a la clasificación establecida por el dendrograma.

El grupo D se separa del resto de los ejemplares debido a que presenta estípulas y sépalos grandes, y tricomas esféricos (Tabla I).

En la ordenación, producto del análisis de componentes principales, se observa un continuo en cuanto a la posición de las OTUs en los ejes 1, 2 y 3 (Fig. 5). Solamente en la Fig. 5c se observan dos grupos relativamente delimitados de ejemplares, separados en el eje 2, los que corresponden a plantas pubescentes (n°s positivos) y plantas glabras (n°s negativos), ya sea con el gineceo glabro o no.

Los caracteres de las piezas florales y los frutos contribuyen considerablemente en la conformación del primer componente (Tabla II). La pubescencia es la variable más correlacionada con el segundo componente y el tamaño de las estípulas con el tercer eje.

RELACION PUBESCENCIA-PRECIPITACION: Aunque se obtuvieron datos de precipitación sólo para algunas carpetas, se pudo observar que éstos no presentan una relación con los caracteres considerados (Tabla I).

RELACION CON LA UBICACION GEOGRAFICA: En general, las plantas más pequeñas (grupo A) tienen una distribución más al norte que las plantas más grandes (grupo C) (Tabla I). Sólo se observó relación entre la variación de los tamaños de las partes florales con la distribución norte-sur (latitud) de los especímenes (Fig.6). El resto de los parámetros morfológicos no está relacionado con la latitud y la altitud.

COMPARACION DE PLANTAS DEL MISMO LUGAR Y AÑO DE COLECTA: Del material revisado para esta comparación, se encontró tanto plantas glabras como pubescentes, con gran variabilidad en cuanto a tamaño de las hojas, pubescencia del gineceo y grado de pubescencia de los tallos.

COMPARACION DE PLANTAS DEL MISMO LUGAR Y DIFERENTE AÑO DE COLECTA: Algunas plantas presentan gran similitud, en especial las glabras, donde la variación se debió a la forma del folíolo

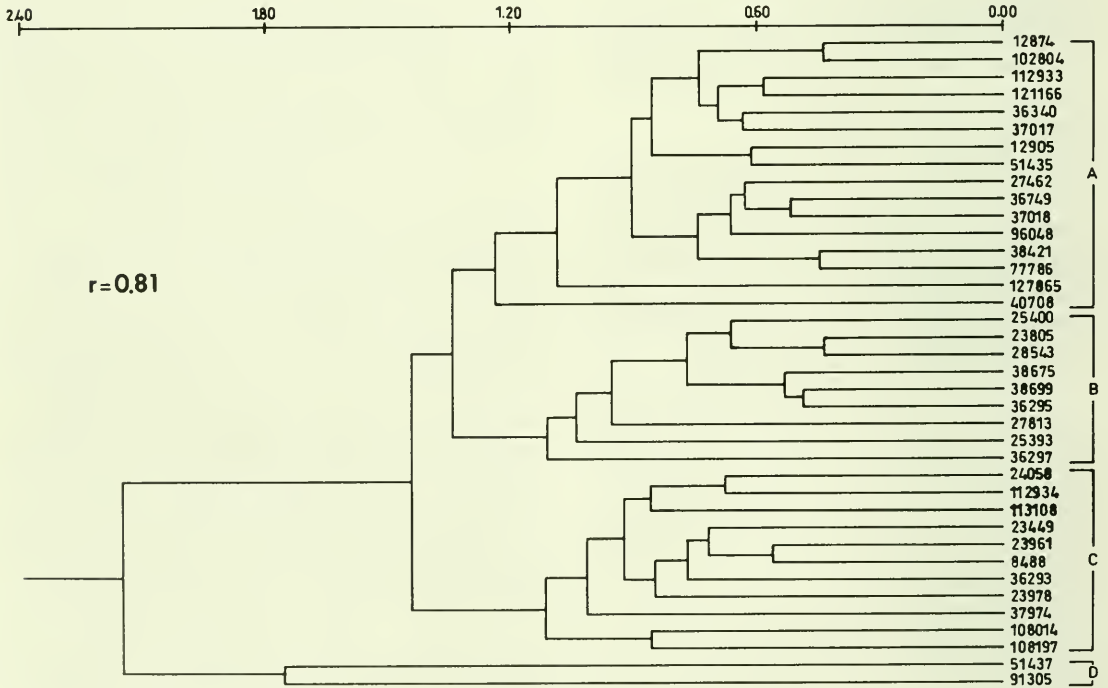


FIG. 4. Dendrograma de los especímenes de *Fagonia* estudiados, los números corresponden a las muestras de herbario. r=coeficiente de correlación cofenética.

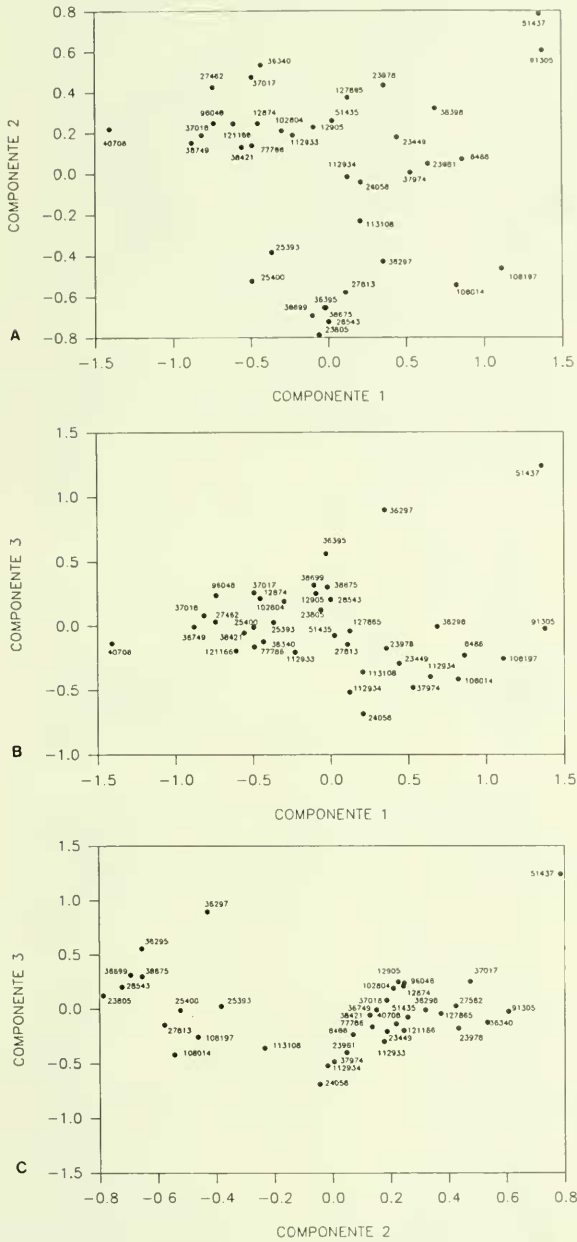


FIG. 5. Ordenación de los especímenes analizados en función de los tres primeros componentes. Los números corresponden a las muestras de herbario estudiadas.

y al grado de ramificación. Entre las plantas pubescentes la variación fue alta, desde plantas con los tallos glabros y sólo el gineceo pubescente, hasta plantas con tallos con tricomas lineares y esféricos. También el tamaño de las hojas fue variable, desde pequeñas hasta grandes; por lo tanto no se encontró ninguna relación.

PALINOLOGIA: Los granos de polen en *Fagonia* son 3-colpados, prolatos (27-32 x 17-19 μm) a rara vez perprolatos (47,5-51 x 16,5-21,5); sexina finamente reticulada, curvimurada, más fina hacia los colpos; colpos de 35-45 μm de largo; amb plicotremo. En general, los granos son muy parecidos tanto para plantas glabras (Fig. 7a) como pubescentes (Fig. 7b), variando sólo en la forma incluso dentro de un mismo ejemplar.

DISCUSION Y CONCLUSION

La variación de los caracteres cuantitativos de *Fagonia* en Chile no permite la formación de grupos; sólo se aprecia un continuo. El denominar a los grupos por letras es sólo una forma de estudiarlos, ya que los límites entre uno y otro no son claros. Los valores cuantitativos son muy estrechos y continuos dentro del rango para permitir una buena separación. Los caracteres cualitativos originan agrupaciones, pero no de consistencia para permitir la formación satisfactoria de grupos discretos. Porter (1963) señala que la cantidad de pubescencia en las especies de *Fagonia* de Baja California está probablemente determinada por la precipitación. Sin embargo, esto no afectaría a las especies de *Fagonia* que habitan en Chile, debido a que los datos de precipitación anual no arrojan ninguna relación entre la pubescencia (presencia, tipo de tricoma) y la cantidad de agua caída. La presencia de escasas bases de tricomas en plantas glabras con gineceo pubescente podría indicar la capacidad de formación de estos en condiciones determinadas.

Al parecer todas las plantas poseen la capacidad de formar tricomas en condiciones que hasta el momento se desconocen. Además, teniendo en cuenta que un mismo ejemplar puede presentar distintos tipos de tricomas, unido a la caída de éstos en plantas adultas, hace que el carácter pubescencia tenga poco valor para separar variedades.

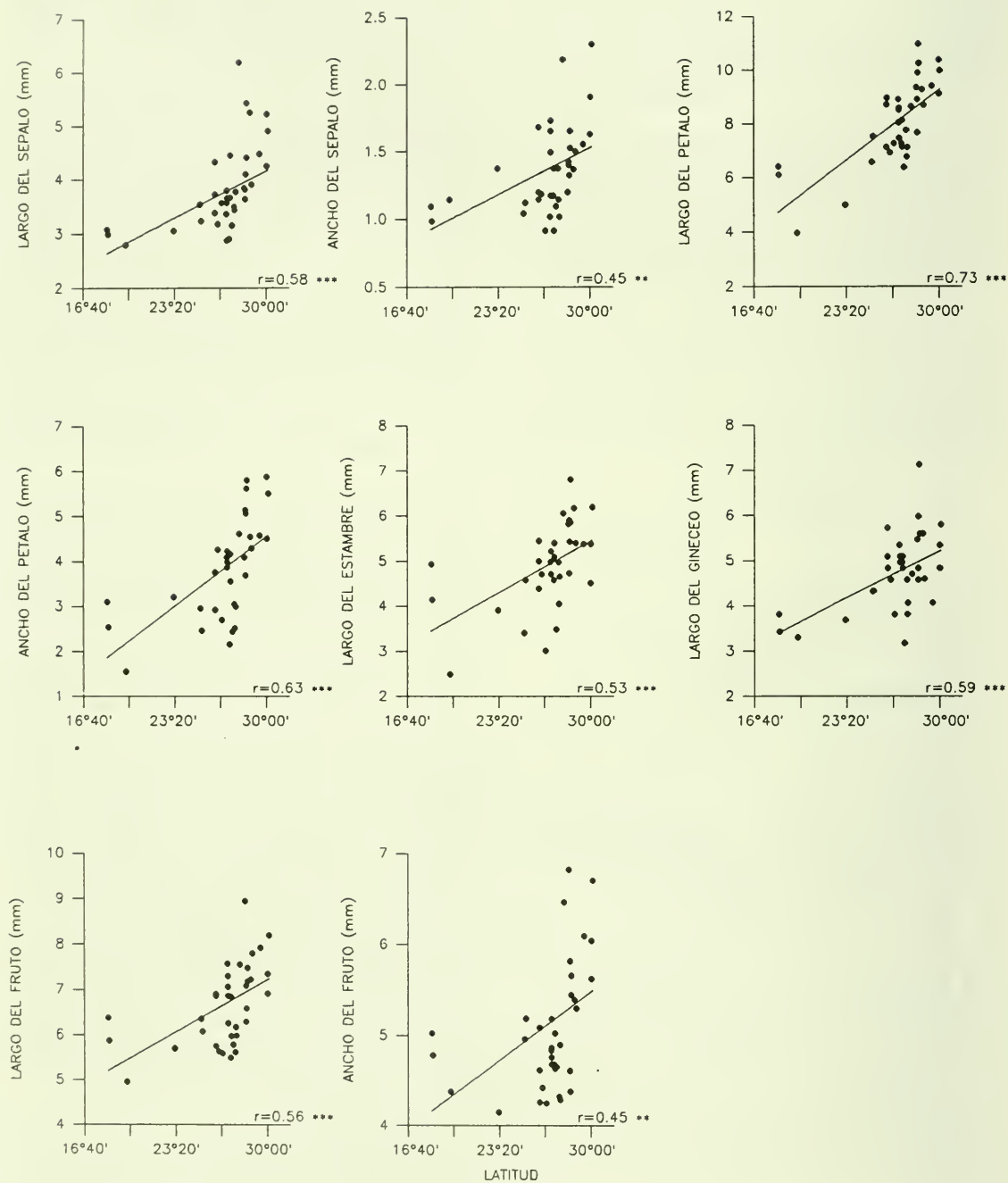


FIG. 6. Gráficos de la variación de caracteres florales y del fruto en función de la latitud. **, *** indican el nivel de significación estadística de los coeficientes de correlación (r) para $p<0,01$ y $p<0,001$ respectivamente (n=38).

Comparando los resultados obtenidos con la presente taxonomía del género en Chile, se puede concluir que no existe relación. La descripción original de *Fagonia chilensis* Hook. et Arn. no entrega información sobre si la planta es glabra o pubescente, pero quizás en la frase ... *marginibus aculeato-asperis*..., se refiera a la asperidad que dejan los pelos al caer. Gay (1846) describe *Fagonia aspera* como cubierta por una asperidad que se observa hasta la parte superior del fruto. También hace una descripción de *Fagonia chilensis* y la diferencia de la anterior por sus tallos lampiños. Sin embargo, el isotipo de *F. chilensis* (Cuming 907, fragmento CONC) es pubescente; luego fue Gay (1846) el que, seguramente sin ver la planta en la cual se basaron Hooker y Arnott, definió a *F. chilensis* como glabra y a la nueva especie *F. aspera* como pubescente.

A diferencia del trabajo realizado por El Haddi (1966a), quien además de estudiar caracteres macroscópicos utilizó caracteres microscópicos, tales como tipos de tricoma (pubescencia) y polen para la separación de especies, en este estudio no fueron de utilidad, siendo muy variables incluso dentro de una misma planta, no permitiendo la formación de grupos discretos.

Simpson (1989) en un trabajo sobre los géneros *Dinemandra* y *Dinemagonum* pertenecientes a la familia Malpighiaceae, entrega evidencia sobre algunos caracteres (pubescencia, tamaño de las plantas, largo de las hojas, número de anteras fértiles, ramificación) que varían de planta a planta dentro de una población polimorfa, no pudiendo definir más de una especie dentro de ambos géneros, considerando además que la variación puede estar relacionada con el hábitat. Esto mismo aparentemente sucede dentro del género *Fagonia* en Chile, en el cual la variabilidad de los caracteres no permite delimitar más de una especie, apreciándose un continuo norte-sur desde plantas con caracteres florales y de fruto que van de pequeños a grandes, respectivamente.

La plasticidad fenotípica de esta especie podría explicar la variación observada, la que estaría condicionada por factores microambientales (por ejemplo crecer apegada a una roca o arbusto) más que por factores macroambientales (clima de la Cordillera de la Costa o depresión intermedia). Según Morriset y Boutin (1984), la plasticidad fenotípica es la única posible estrategia adaptativa cuando la escala de variación ambiental es tan pequeña que no permite adaptación a través de dife-

renciación genética.

Desde que el ambiente es un mosaico de diferentes condiciones, el patrón de diferenciación puede corresponderse a la variación del ambiente, por lo que no es posible clasificar efectivamente una variación intraespecífica (Gosler *et al.* 1994).

Con lo expuesto y ante la gran variabilidad que presenta este género en Chile y a la falta de caracteres que hagan posible diferenciar más de una especie, se propone sinonimizar *F. chilensis* var. *aspera* y a *F. subaphylla* con *F. chilensis*.

Fagonia chilensis Hook. et Arn., Bot. Misc. 3: 165. 1833. Tipo: "Coquimbo, Cuming (N. 907.)" (K, fragmento CONC).

Fagonia aspera Gay, Fl. Chil. 1: 470. 1846, syn. nov.

Fagonia subaphylla Phil., Verz. Antofagasta Pfl. 12. 1891, syn. nov.

Fagonia chilensis Hook. et Arn. var. *aspera* (Gay) I.M. Johnston, Proc. Calif. Acad. Sci., ser. 4, 12(30): 1051. 1924, syn. nov.

Hierbas muy ramosas, glabras a pubescentes, leñosas en la base, de hasta 40 cm de alto, con ramas rastreras, radiantes, llegando hasta 50 cm de diámetro. Hojas opuestas, trifolioladas; folíolos enteros, lanceolados, mucronados, de 3,8-32,5 mm de largo, glabros, pubescentes a glandulosos; estípulas espinescentes, de 1,3-9,7 mm de largo. Flores solitarias, actinomorfas, hermafroditas; sépalos 5, lanceolados, de 2,8-6,2 x 0,9-2,3 mm, lisos a granulados en plantas muy pubescentes; pétalos 5, unguiculados, de 4,0-11,0 x 1,6-5,9 mm, rosados a violeta, raramente amarillos, caedizos, imbricados; disco corto, inconspicuo; estambres 10, de 2,5-6,8 mm de largo, insertos en el disco; ovario sésil, con 5 lóculos de 3,3-7,1 mm de largo; estilo subulado, de 5 lados; óvulos 2, colaterales en cada lóculo, péndulos desde un funículo ascendente. Fruto piramidal de 5,0-8,9 x 4,1-6,8 mm, glabro a piloso-glanduloso, que se separan en 5 partes (carpelos) a lo largo del eje, dehiscentes por el interior, uniseminados. Semilla erecta, comprimida, de color café oscuro, con endosperma córneo y cotiledones aplastados, ovoides.

Se distribuye desde la I Región (18°26'S) hasta la IV Región (30°40'S), desde la costa (10 m) hasta la alta cordillera (4000 m). Crece en suelos arenosos, áridos. Florece desde septiembre a marzo.

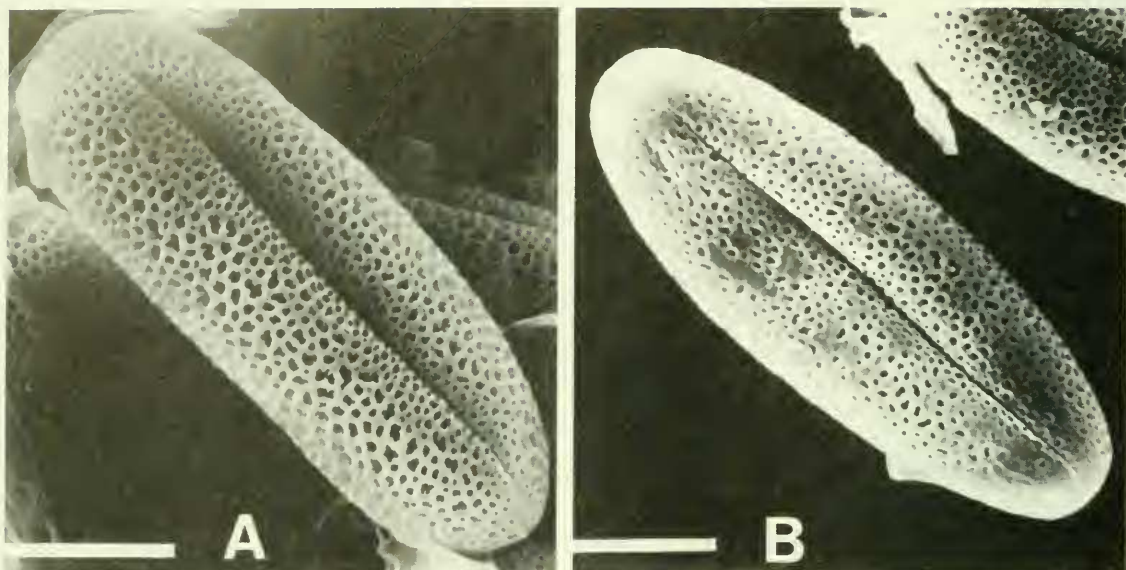


FIG. 7. Fotomicrografías de granos de polen. A, polen de planta glabra; B, polen de planta pubescente; C, vista polar. Escala= 10 µm.

MATERIAL REVISADO

CHILE: I Región: Prov. Arica, camino Poconchile a Zapahuira, km 42, 2300 m, 3-V-1972, Ricardi, Weldt y Quezada 67 (CONC); camino al Portezuelo de Chapiquiña, a +/- 40 km de Arica, 1850 m, 24-III-1961, Ricardi, Marticorena y Matthei 36 (CONC); Guaviña, 2350 m, III-1885, C. Rahmer (SGO).

II Región: Prov. El Loa, camino de Toconao a Talabre, quebrada Chiqueros, a 16 km de Toconao, 2720 m, 17-III-1987, Matthei y Rodríguez 201 (CONC). Prov. Antofagasta, quebrada Banderrias, entre Taltal y Papos, 40 m, 5-X-1991, Quezada y Ruiz 253 (CONC); Taltal, Cascabeles, 250 m, X-1940, G. Grandjot 4578 (CONC); Chépica, 1954, Ricardi 3080 (CONC); Quebrada Setiembre, 1100 m, 1954, Ricardi 3127 (CONC); Quebrada Cascabeles, al norte de Taltal, 10 m, 16-IX-1941, Muñoz y Johnson 2854 (SGO).

III Región: Prov. Chañaral, Carretera Panamericana, entre Las Bombas y Chañaral, km 27, 700 m, 23-X-1965, Ricardi, Marticorena y Matthei 1428 (CONC); quebradas, faldas verdes cerca del mar, 150 m, 27-IX-1952, Ricardi 2250 (CONC); al norte de Chañaral, en el km 990, en campo de *Argyllia*, 383 m, 27-X-1987, Muñoz y Meza 2243 (SGO); Salado, 36 km E de Chañaral,

450 m, 1952, Peña (CONC); Atacama, 10 km al sur de Pueblo Hundido, 1600 m, 14-IX-1958, Ricardi y Marticorena 4610/995 (CONC); Prov. Copiapó, entre Caldera y Chañaral, Caleta Obispo, 15 m, 1965, Ricardi, Marticorena y Matthei 1315 (CONC); Quebrada de Paipote, 7 km al interior de Puquios, 1400 m, 6-I-1973, Marticorena, Matthei y Quezada 494 (CONC), camino al Salar de Maricunga, Km 62, 2250 m, 31-I-1963, Ricardi, Marticorena y Matthei 546 (CONC); La Puerta, 1000-1500 m, 28-X-1956, Ricardi y Marticorena (CONC); Quebrada de Paipote, 1250 m, 6-I-1973, Marticorena, Matthei y Quezada 484 (CONC); al norte de Paipote, 550 m, 13-IX-1958, Ricardi y Marticorena 4603/988 (CONC); Puquios, camino internacional a Tinogasta, 1250 m, 20-XII-1963, C. Castro (CONC); 40 km al sur de Copiapó, 650 m, 24-X-1983, Selander 6-83 (SGO); Carretera Panamericana, 42 km al sur de Copiapó, 670 m, 25-X-1971, Marticorena, Rodríguez y Weldt 1915 (CONC); Yerba Buena, 450 m, IX-1885, Godoi de Collao (SGO); camino de Copiapó a Caldera, km 42, 150 m, 24-X-1971, Marticorena, Rodríguez y Weldt 1860 (CONC); Carretera Panamericana, 6 km al norte de Paipote, 550 m, 24-X-1965, Ricardi, Marticorena y Matthei 1472 (CONC); Travesía Norte, 600 m, 6-X-1966, C. Jiles 4933-A (CONC); cerca de 50 km de Copiapó, camino Vallenar-Copiapó, 600 m,

25-IX-1952, Ricardi 2219 (CONC); Prov Huasco. Huasco, 10 m, 18-IX-1966, Montero 7617 (CONC); camino a Carrizal Bajo, Canto del Agua, 200 m, 1988, Squeo (CONC); Carretera Panamericana, 42 km al sur de Copiapó, 670 m, 25-X-1971, Marticorena, Rodríguez y Weldt 1915 (CONC); Lomas frente a Las Lozas, 30 m, 14-XI-1956, Ricardi y Marticorena (CONC); 4 km al norte de Vallenar, en la Carretera Panamericana, 400 m, 29-X-1990, Lammers, Baeza y Peñailillo (CONC); Vallenar, Altiplano Sur, 500 m, 9-XI-1956, Ricardi y Marticorena (CONC); al norte de Vallenar, km 675,6, en quebrada seca, 380 m, 23-X-1984, Muñoz 1950 (SGO); Huasco, La Higuera, 1300 m, 1956, Ricardi y Marticorena 3856 (CONC); Carretera Panamericana, 30 km al sur de Vallenar, 900 m, 13-X-1965, Ricardi, Marticorena y Matthei 1243 (CONC); a 15 km de Domeyko, 540 m, 24-IX-1977, Muñoz, Meza y Barrera 1138 (SGO).

IV Región: Prov Elqui. Paihuano, Quebrada de Chancoquí, 980 m, 7-X-1948, F. Behn (CONC); Monte Grande, al borde del camino, 1150 m, 25-XI-1967, Jiles 5083 (CONC); Norte de Guanaqueros, Camping Las Mostazas, 25 m, 20-X-1984, Muñoz 1893 (SGO); Paihuano, Cerro de la Virgen, 800 m, 14-IX-1980, Montero 11671 (CONC); Breas, 1888, Larrañaga (SGO); Elqui, camino de Vicuña a Hurtado, 800 m, 1967, Jiles 5043 (CONC).

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la Dra. Charlotte Taylor y al Dr. Tod Stuessy por la lectura crítica del manuscrito y sus valiosas sugerencias. A Néstor Mazzeo por su gran ayuda en el análisis de los datos, parte fundamental del trabajo, además de sus oportunas sugerencias y constante apoyo. A la Sra. Mélica Muñoz por el préstamo del material del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago (SGO). Esta publicación se llevó a efecto gracias al apoyo del Proyecto Flora de Chile.

BIBLIOGRAFIA

- EL HADIDI, M.N. 1966a. The genus *Fagonia* L. in Egypt. *Candollea* 21(1): 13-54.
- _____. 1966b. Anatomical features of the stem in Egyptian species of *Fagonia* L. *Candollea* 21(2): 357-136.
- GAY, C. 1846. Zigofoleas. *Flora de Chile* 1: 467-481, lám. 15-16 en atlas.
- GOSLER, A.G., C.K. KELLY & J.K. BLAKEY. 1994. Phenotypic plasticity in leaf morphology of *Crataegus monogyna* (Rosaceae): an experimental study with taxonomic implications. *Bot. J. Linn. Soc.* 115: 211-219.
- HOOKE, W.J. & A.W. ARNOTT. 1833. Contributions towards a flora of South America and the islands of the Pacific. *Bot. Misc.* 3: 129-211, 11 lám., 302-367.
- HUTCHINSON, J. 1964-1967. The genera of flowering plants (Angiospermae) based principally on the Genera Plantarum of G. Bentham and J.D. Hooker... Dicotyledones. Vol. 1-2. Oxford.
- JOHNSTON, I.M. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. The botany (the vascular plants). *Proc. Calif. Acad. Sci.* Ser. 4, 12: 951-1218.
- LEMEE, A.M.V. 1931. Dictionnaire descriptif et synonymique des genres de plantes phanérogames. Brest, Paris. vol. III. 1084 pp.
- MORRISSET, P. & C. BOUTIN. 1984. The biosystematic importance of phenotypic plasticity. In: W.F. Grant (ed.), *Plant Biosystematics* (ed. W.F. Grant). Academic Press. 293-306.
- PHILIPPI, R.A. 1891. Verzeichniss der von Friedrich Philippi auf der Hochebene der Provinzen Antofagasta und Tarapacá gesammelten Pflanzen. Aufgestellt von Dr. R. A. Philippi. Leipzig. viii, 96 pp., 21 lám. Publ. tb. en *Anales Mus. Nac. Chile*, secc. 2, 8: i-iii, 1-96, 2 lám. 1891.
- PORTER, D.M. 1963. The taxonomy and distribution of the Zygophyllaceae of Baja California, Mexico. *Contr. Gray Herb.* 192: 99-135.
- REICHE, C. 1896. Estudios críticos sobre la flora de Chile. *Anales Univ. Chile* 93: 839-852. (*Fl. Chile* 1: 355-381. 1896).
- ROHLF, F.J., J. KISHPAUGH & D. KIRK. 1971. NT-SYS. Numerical Taxonomy System of Multivariate Statistical Programs, Tech. Rep. State University of New York at Stony Brook, New York. N.Y., 87 pp.
- ROMESBURG, H.C. 1984. Cluster analysis for researchers. Lifetime Learning Publications. Belmont, California. 334 pp.
- SIMPSON, B.B. 1989. Pollination biology and taxonomy of *Dinenandra* and *Dinemagonum* (Malpighiaceae). *Syst. Bot.* 14(3):408-426.